

VI-69

超高水圧用テールシールの耐久性調査

鉄建建設株式会社 正会員 山村康夫

鉄建建設株式会社 正会員 小室好孝

鉄建建設株式会社 正会員 飯島正和

1. はじめに

近年、都市トンネルの大深度化に伴い、高い地下水圧のもとでも安全に施工できるシールド工法の開発要求が高まっている。なかでも重要な技術的課題点の一つにテールシールの高水圧対策がある。

超高水圧用テールシールの開発にあたって、図-1に示す技術的ポイントがある。このうち耐水性に関しては、すでに最大20kgf/cm²までの確認実験を行い、実証している。今回は耐久性調査を目的として、図-2に示すブラシパッキンの耐摩耗性能の確認実験を行った。

ここに耐久性調査の結果を報告する。

2. ブラシパッキンの摩擦に関する基礎実験

ブラシパッキンの主な摩耗要因が、接触する面の材質や表面状態に関係していると考え、鋼板とコンクリート板の摩擦力を測定し、摩擦係数を比較した。

この結果、表-1に示すように油分潤滑状態のとき、鋼板とコンクリート板の摩擦係数は近似しており、鋼製セグメントを用いた耐摩耗実験の結果を、コンクリートセグメントにも適応可能と判断した。

3. 模擬実験装置による摩耗実験

3-1. 実験概要

図-3に示す模擬実験装置を使用し、表-2に示す実験条件で摩耗実験を行った。実験方法は、実験機外筒に取り付けたブラシパッキン4段に、充填材を塗布した後内筒を挿入し、組立後エアバッグにてブラシパッキン1段毎に押付力を加え、油圧モータにて内筒を撻動させ、1km毎に内部状況の観察と寸法測定を行った。また、5km撻動後、光学顕微鏡によるブラシ表面の観察を行った。

3-2. 実験結果

目標撻動距離5kmを終了しても、止水性能に影響をおよぼすような著しい摩耗は観察されなかった。

(1) 内部の状況

- ① ワイヤブラシの内筒接触部分は素線の抜け、断線等摩耗による破損はなかった。
- ② 2、3、4段目ブラシ内側保護板の表面黒皮部分（酸化被膜）が摩耗し、金属面が露出していた。
- ③ 内筒表面のブラシ接触部分が、全周にわたって縞状に傷付いていた。（深さ：0.5～1mm）
- ④ 上記②③の摩耗により欠損した材料が、微細な金属粉となり充填材表面に付着していた。
- ⑤ 1段目ブラシ内側保護板表面に、充填材がなめらかな薄膜となって付着し、表面を保護していた。

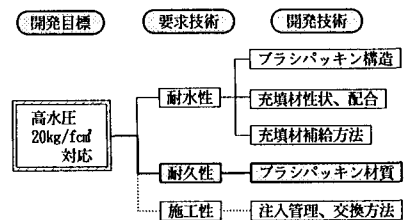


図-1 開発の技術的ポイント

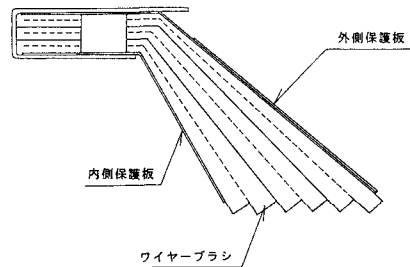


図-2 ブラシパッキン

表-1 摩擦係数測定結果

ゴムバンドのバネ係数：0.082 kg/mm
ブラシ重量（バランスを含む）：W=62.71 kg

	鋼 板		コンクリート板	
	乾 燥	油 分 潤 滑	乾 燥	油 分 潤 滑
静止摩擦係数 F_s	8.774	2.050	3.936	1.804
滑り停止時の力 F_m	6.560	1.066	3.280	0.328
滑り中の摩擦係数 F_k	7.667	1.558	3.608	1.066
静止摩擦係数 μ_s	0.139	0.032	0.062	0.028
動摩擦係数 μ_k	0.122	0.024	0.057	0.017

（2）摺動距離と摩耗量の関係

ワイヤーブラシおよび外側保護板の寸法変化はなかった。

図-4に内側保護板の摺動距離と摩耗量の関係を示す。

- ① 摺動距離が伸びるにしたがって内側保護板の厚さが減少しており、わずかずつ摩耗が進行していることがわかった。
- ② ブラシパッキン1段毎に、エアバッグの加圧力を変えて、押付力を3～7 kgf/cm²と変化させたが、摩耗量の顕著な違いは見られなかった。

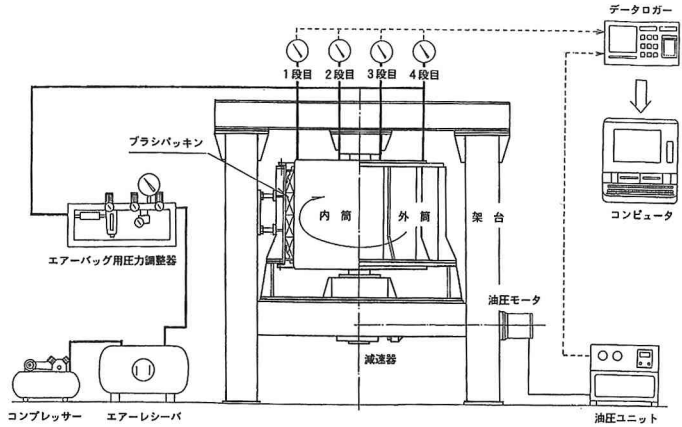


図-3 模擬実験装置構成図

（3）顕微鏡による摺動前後の表面状態比較

- ① 写真-1に示すように、摺動後の内側保護板の表面は、摺動方向に沿って無数の細かい線状の傷（30～60 μm）が見られた。
- ② 写真-2に示すように、摺動後のブラシ先端は、摩耗によって鋭角に削られていた。
- ③ 上記①②は、前記（1）で述べたブラシ内側保護板および内筒表面の金属粉が、研磨材として作用したアブレシブ摩耗によるものと思われる。

表-2 実験条件

外筒	内径 φ1380mm×高さ880 mm
ブラシパッキン	2列×4段
内筒	外径 φ1220mm×高さ1060mm
材質	一般構造用圧延鋼材
鋼種	6.3S（最大高さ：6.3 μm，基準長さ：0.8 mm）
摺動速度	60mm/min
押付力	エアバッグ圧 長さ1500mm×内径φ65mm 1段目～7 kgf/cm ² 、2段目～3 kgf/cm ² 3段目～5 kgf/cm ² 、4段目～7 kgf/cm ²
充填材	初充填用 組立時ブラシ内に塗布 補給用 1日に2回（1 kg/回） 内筒表面に塗布

4. おわりに

本調査によって、超高水圧テールシールが大深度、長距離施工における十分な耐久性を有することが確認できた。また、ブラシパッキンの摩耗原因の一つとして、金属粉によるアブレシブ摩耗が観察され、この金属粉を排出しブラシ表面を保護するために、潤滑材を連続補給することが必要なことも判明した。今後は、実用化に向けて施工性の面でさらに検討を進めて行く予定である。

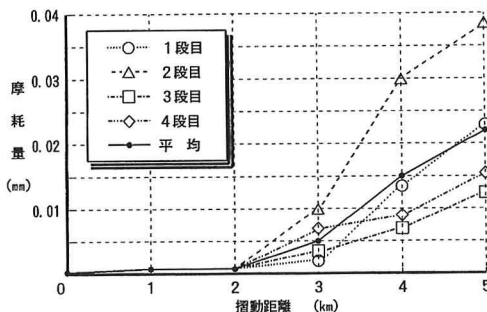


図-4 摺動距離と摩耗量の関係

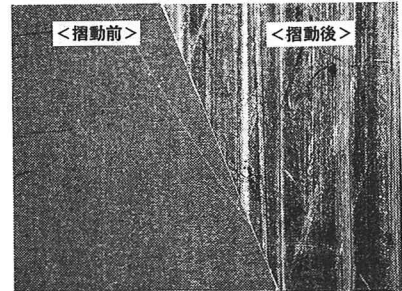


写真-1 内側保護板表面

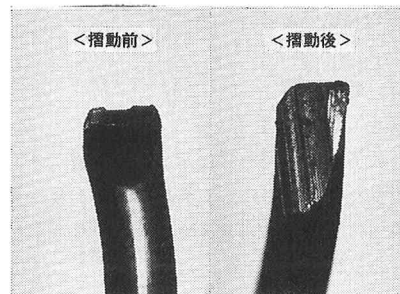


写真-2 ブラシ先端表面